

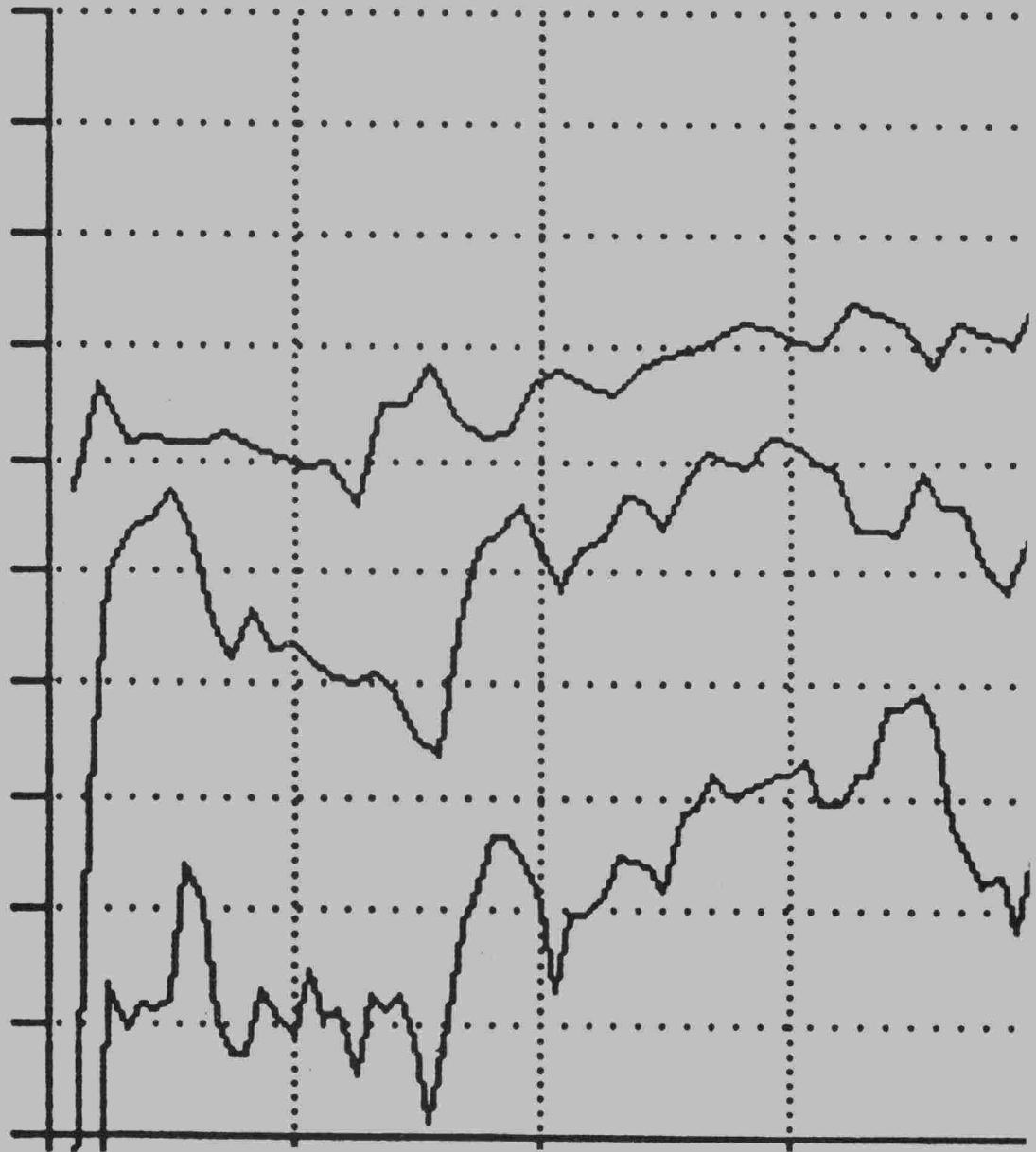


Tielaitos

Tieliikennemelun mittaaminen

Opas

Hyö R.
2.8.93

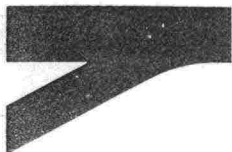


Tielaitoksen
selvityksiä

42/1993

Helsinki 1993

Kehittämiskeskus



Tielaitos

2-5890
27.7.1993

93/20/KK/112

47/92/20

2.8.93

mpn

Tiepiirit

YMPÄRISTÖMINISTERIÖN OHJE TIELIIKENNEMELUN LASKENTAMALLISTA

Ympäristöministeriö on antanut ohjeen tieliikenteen melun arvioinnissa käytettävästä laskentamallista. Tieliikennemelun laskemiseen käytetään vuonna 1989 tarkistettua pohjoismaista laskentamallia. Malli julkaistiin Ruotsin luonnonhoitoviraston raportissa Beräkningsmodell för vägtrafikbuller. Ympäristöministeriön ohje on käännös tästä raportista. Tielaitoksessa olevat melulaskennan tietokoneohjelmat NBSTOY, TLMELU ja MELU.COM soveltavat YM:n ohjeen periaatteita ja laskentakaavoja. Näiden ohjelmien käyttöohjeissa viitataan YM:n ohjeeseen.

Ohjeessa on esitetty laskentamallin rakenne ja periaatteet ekvivalenttitason ja yksittäisen ajoneuvon enimmäistason laskemiseen. Ohjeen tausta-aineistoon on kerätty tietoja mallin kehittymisestä, tehdyistä muutoksista ja tarkkuudesta.

Ohjetta jakavat ympäristöministeriö ja Painatuskeskus Oy.

TIELAITOKSEN OPAS MELUN MITTAAMISEEN

Tieliikennemelun mittaukset ovat lisääntyneet tiepiireissä. Mittausten laatuun ja raportointiin on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Kehittämiskeskuksessa laaditun oppaan tarkoituksena on antaa perustietoja mittausmenettelystä.

Ympäristöministeriössä on valmisteilla ohjeet ympäristömelun ja tieliikennemelun mittaamisesta. Nämä ohjeet täydentävät tielaitoksen opasta. Kehittämiskeskus lähettää myös nämä ohjeet tiepiireille.

Apulaisjohtaja
Kehittämiskeskus

Pauli Velhonoja

LIITTEET

Tieliikennemelun laskentamalli,
Ympäristöministeriön ohje 6/1993

Tieliikennemelun mittaaminen, Opas
Tielaitoksen selvityksiä 42/1993, TIEL 3200167

TIEDOKSI

Th,Kk
Ulla Priha
AJA, MTJ, MJK

M-PR

Tielaitoksen selvityksiä
42/1993

Tieliikennemelun mittaaminen

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1993

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-7679-8
TIEL 3200167
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

TIELIIKENNEMELUN MITTAAMINEN, OPAS [Mätning av vägtrafikbuller, allmänna råd].
Tielaitos, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 42/1993, 30 s. ISBN 951-47-7679-8, ISSN
0788-3722, TIEL 3200167.

Asiasanat
Aiheluokka

tieliikenne, melu, meluhaitat, meluntorjunta, ympäristönsuojelu
05

Tiivistelmä

Opas antaa perustiedot tieliikennemelun mittausmenettelystä: mittauksen ja laskennan välinen suhde, mittausvälineet, mittausten suunnittelu ja toteutus, mittautulosten käsittely ja raportointi. Tavoitteena on lisätä mittaajien asiantuntemusta sellaisista mittausolosuhteisiin ja -käytäntöön liittyvistä seikoista, joilla saattaa olla olennaista vaikutusta mittausten tarkkuuteen, toistettavuuteen ja tulosten edustavuuteen sekä eri mittausten vertailuedellytyksiin.

Sammanfattning

"Mätning av vägtrafikbuller" omfattar allmänna råd för bullermätningen: förhållandet mellan mätning och beräkning, mätutrustning, planering och utförande av mätningen, behandling och rapportering av mätresultat. Målet är att ge dem som mäter bullret bättre kunskaper om de faktorer som påverkar mätsituationen och det sätt mätningen görs på. Dessa faktorer kan ha en väsentlig betydelse för mätningens noggrannhet, möjligheterna att upprepa den, resultatets representativitet och för möjligheterna att jämföra olika mätningar.

ALKUSANAT

Tieliikennemelun mittaukset ovat lisääntyneet tiepiireissä. Mittausten laatuun ja raportointiin on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota. Ympäristöministeriössä on valmisteilla ohjeet ympäristömelun ja tieliikennemelun mittaamisesta. Tämä opas perustuu näihin ohjeisiin.

Tämän oppaan tarkoituksena on antaa perustiedot tieliikennemelun mittausmenettelystä. Huomiota kiinnitetään mm. mittauspisteiden valintaan, mittauspaikan ympäristöolosuhteiden arviointiin ja tulosten esittämiseen. Tavoitteena on lisätä mittaajien asiantuntemusta sellaisista mittausolosuhteisiin ja -käytäntöön liittyvistä seikoista, joilla saattaa olla olennaista vaikutusta mittausten tarkkuuteen, toistettavuuteen ja tulosten edustavuuteen sekä eri mittausten vertailuedellytyksiin. Tässä yhteydessä kiinnitetään huomiota myös melun laskentamallien käyttöön yhdessä mittaustulosten kanssa. Varsinaista mittarien käyttöä ei tässä oppaassa opeteta.

Mittauksilla määritetään melun A-painotettu äänitaso (ekvivalenttitaso L_{Aeq} = samanarvoinen jatkuva äänitaso) ja yleensä myös melun enimmäistaso (maksimitaso L_{Amax}). Molempien tasojen määrittäminen sisältyy myös tieliikennemelun laskentamalliin.

Tämän oppaan ovat laatineet *tieinsinööri Mikko Jokinen ja suunnittelija Mervi Karhula*.

Helsingissä, kesäkuussa 1993

Tielaitos
Kehittämiskeskus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ / SAMMANFATTNING	3
ALKUSANAT	5
1 MELUSELVITYSTEN TARVE JA VAIHTOEHDOT	7
1.1 Mittaus ja laskenta	7
1.2 Milloin on tarve mitata melua?	7
1.3 Milloin on melun laskenta paikallaan?	8
1.4 Mitä meluarvoja tarvitaan?	9
2. MITTAUSVÄLINEET	9
3. MITTAUSTEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	10
3.1 Mittausajan liikenne	10
3.2 Mittausolosuhteet	11
3.3 Mittauspisteiden valinta	12
3.4 Mikrofonin sijoitus ulkomittauksissa	12
3.5 Mikrofonin sijoitus sisämittauksissa	14
3.6 Mittaushenkilöstö	14
3.7 Mittauksen aikana huomioitavat asiat	14
3.8 Mittauspöytäkirja	15
4. MITTAUSTULOSTEN AJALLINEN LAAJENTAMINEN	16
4.1 Pidemmän ajan melutasojen arviointi mittauksen perusteella	16
4.2 Laskentaesimerkki	18
5. MITTAUSRAPORTTI	22
5.1 Raportin tietosisältö	22
5.2 Mittauksen edustavuuden arviointi	22
6. MITTAUSTULOSTEN KÄYTTÖ OLOSUHTEIDEN MUUTTUESSA	23
KIRJALLISUUSLUETTELO	24
LIITTEET:	
1 Ympäristömelun peruskäsitteitä	25
2 Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (29.10.1992)	27
3 Ekvivalenttitason määrittäminen ei-integroivia mittareita käyttäen Mittaus- ja laskentalomake sekä laskentaesimerkki	28
4 Mittauspöytäkirja	30

1 MELUSELVITYSTEN TARVE JA VAIHTOEHDOT

1.1 Mittaus ja laskenta

Tieliikennemelua koskevat selvitykset voidaan tehdä laskennallisesti käyttäen tieliikennemelun pohjoismaista laskentamallia. Sen viimeisin tarkistettu versio on vuodelta 1989 (Beräkningsmodell för vägtrafikbuller, Naturvårdsverket, Ruotsi). Ympäristöministeriö julkaisee mallin suomennoksen vuoden 1993 aikana. Tielaitoksessa käytössä olevat melunlaskennan tietokoneohjelmat NBSTOY, TLMELU ja MELU.COM soveltavat tämän mallin periaatteita ja laskentakaavoja.

Paikan päällä tehtävä melun mittaus on tilanteesta riippuen melun laskennan vaihtoehto taikka sen tuloksia varmistava selvitystapa. Jos laskentamallin tarvitsemia maastotietoja ei ole käytettävissä, voi olla yksinkertaisempaa mitata melu tietyissä kohteissa, kuin mitata kohteiden ja tien väliset etäisyydet, korkeusasemat maastoon nähden, esteiden sijainnit yms.

Melun mittaus voi olla tarpeen myös siksi, että tilanne on laskennallisesti vaikea ja laskentatuloksia on mittauksilla varmistettava. Melun laskentaa taas tarvitaan mittaustulosten ajalliseen laajentamiseen ja eri mittausten keskinäisen vertailun tueksi. Tämä vertaileminen edellyttää myös liikenteen laskentaa mittausaikana (katso lähemmin kohta 3.1 ja luku 4). Näin menetelmät täydentävät toisiaan ja monissa tapauksissa niiden molempien käyttöä voidaan suositella.

1.2 Milloin on tarve mitata melua ?

Melun mittaamisen tarve saattaa syntyä silloin, kun jo rakennetulle alueelle suunnitellaan melua aiheuttavaa uutta toimintaa tai sellaisen nykyisen toiminnan laajentamista. Suunnittelun lähtökohtana oleva nykytilanne voidaan mitaten selvittää.

Nykyisellä tiestöllä voidaan erilaisia meluselvityksiä tehdä myös melun mittaustulosten avulla, esimerkiksi:

- liikennetilanteen tai ympäristöratkaisujen muuttuessa (maaston muotojen tai rakennuskannan muutokset, meluntorjuntatoimenpiteet). Muutos voidaan selvittää ennen - jälkeen mittauksin.
- tieliikennemelua koskevien valitusten takia; mittaamalla saadaan näyte mittausrakennuksen aikaisten olosuhteiden mukaisesta kohteen todellisesta melutilanteesta suppealta alueelta nopeasti.

- laskemalla saatujen meluarvojen kontrolloimiseksi laskennallisesti vaikeissa tilanteissa:
 - risteykset
 - ylikulkusillat
 - vesistösillat
 - vaikea maasto yms.

Tällaiset monimutkaisista melutilanteista laskennan varmistukseksi tehdyt melumittaukset parantavat ajan mittaan myös tietämystä siitä, millaisissa oloissa melun laskentaan voi parhaiten luottaa.

1.3 Milloin on melun laskenta paikallaan ?

Melun laskentaa varten tarvitaan seuraavia tietoja: tien sijainti ja korkeusasema ympäröivään maastoon ja asutukseen nähden, maaston korkeusssuhteet ja mahdollisten melusteiden sijainti sekä tien liikenteen määrä, koostumus ja nopeus. Mikäli nämä tiedot ovat käytettävissä, laskenta on mittausta nopeampi ja halvempi tapa selvittää melutasot tietyllä alueella.

Jos maastotiedot puuttuvat, niiden mittaamisen sijasta melun mittaus maastossa, muutamassa pisteessä, on nopea ja selkeä ratkaisu. Laajojen alueiden ollessa kyseessä, laskenta on kuitenkin yleensä mittausta suositeltavampi meluselvitysmenetelmä.

Silloin, kun tie on vasta suunnitteilla, on laskenta ainut vaihtoehto. Muulloinkin, kun tilanne on muuttumassa, laskennalla voidaan ennakoita tilanteita. Mittaus selvittää vain nykyhetkeä.

Mittaustuloksia voidaan kuitenkin perustellusti käyttää lähtökohtana muutosten arviointiin silloin, kun nykyisellä tiestöllä muutokset tapahtuvat vain liikenneoloissa. Muuntaminen toiseen liikennetilanteeseen tapahtuu aina melun laskentamallien avulla (katso luvut 4 ja 6).

Kun mittauspaikan liikenne- ja maastotiedot ovat selvillä, on aina suositeltavaa käyttää laskentaa, vaikkapa yhdessä mittausten kanssa. Parhaassa tapauksessa tulokset silloin tukevat ja varmistavat toisiaan. Toisaalta eroja tuloksiin voivat aiheuttaa esim. mittaushetken taustamelu, heijastus- ja sääolosuhteet sekä laskennassa maastotietojen puutteet tai vaikeasti määrittyvä oletetun heijastustason sijainti.

1.4 Mitä meluarvoja tarvitaan ?

Mittauskohteena on yleensä tieliikenteen synnyttämä ulkomelu. Sisämelun mittauksia tehdään harvemmin ja tällöin mittaustarve liittyy usein haittakorvaus- ja valitusasioihin.

Melutilanteen selvityksissä on voimassa 29.10.1992 annettu valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (liite 2). Ohjearvot sisällä ja ulkona on annettu seuraaville melutasoille:

- Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq}
 - päivällä (klo 7-22)
 - yöllä (klo 22-7)

2. MITTAUSVÄLINEET

Äänitasomittari on melunmittauksen peruslaite. Yksinkertaisin mittari mittaa vain hetkellisen äänitason. Liikennemelun mittaukseen suositellaan integroivaa äänitasomittaria, jolla voidaan määrittää suoraan melun ekvivalenttitaso tietyllä aikavälillä. Jotkut mittarit voidaan ohjelmoida ennen mittausta ja täten helpottaa mittauksen tekemistä. Mittarin äänisuodatuksen painotuksena on A-painotus (eri äänenkorkeuksien painottaminen mittauksessa ihmiskorvaa jäljittelevään tapaan).

Liitteessä 3 esitetään, kuinka integrointi voidaan likiarvomenettelynä laskennallisesti hoitaa, jos käytössä on jokin ei-integroiva mittari, esim. viisarinäyttömittari.

Mikrofonin tuulisuojaa käytetään ulkomittauksissa aina. Mittarin tai mikrofonin jalusta on välttämätön ja mittarin varaparistoja on syytä pitää mukana. Mittauspöytäkirjaa pidetään mittauspaikan, -ajan, olosuhteiden ja mittaus tapahtumien kirjaamista varten.

Muista lisälaitteista tavallisimpia ovat

- kirjoitin, jolla tulokset saadaan samantien talteen
- tasopiirturi, jolla saadaan melusta jatkuvaa vaihtelutietoa
- nauhuri, jolla melun analysointi voidaan siirtää myöhemmäksi

Liikennemelun mittaukseen sopivia mittarityyppejä ovat esim.

- Brüel & Kjær 2221/2, 2225/6, 2230, 2231 ja 2235
- MIP 7078, 7178 ja 7188 tai Wärtsilä 7078 ja 7178

Mittari tarkistetaan eli kalibroidaan sopivaa kalibraattoria käyttäen (esim. äänitasokalibraattorit B&K 4230 tai MIP 5274) sekä ennen mitausta että sen jälkeen. Kalibroinnit merkitään mittauspöytäkirjaan.

Melunmittauslaitteiden myyntiä ja huoltoa ovat viime vuosina hoitaneet seuraavat kaksi liikettä:

- MIP Elektroniikka Oy, Kerava - jatkaa Wärtsilän mittauslaiteliiketoimintaa vuodesta 1986 alkaen, ainoa kotimainen laitevalmistaja
- Oy Suomen Brüel & Kjær Ab, Helsinki - tanskalaisen valmistajan tuotteet

Molempien tuotevalikoimiin kuuluu mittareiden lisäksi erilaisia lisälaitteita, esim. mikrofonit, jatkokaapeleineen, tuulisuojat, jalustat, grafiikkakirjoittimet ja kalibrointilaitteet.

3. MITTAUSTEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

3.1 Mittausajan liikenne

Mittaustulosta on usein tarpeen verrata sallittuihin ohjearvoihin tai tieliikennemelun laskentamallin antamaan tulokseen. Kohteen olosuhteet ja mittauksen omat tavoitteet vaikuttavat työn toteutukseen. Seuraavassa eri liikennetilanteisiin liittyvät tärkeimmät vaihtoehdot:

a) Normaalitilanteet

Tavoitteena on melun mittaustulosten ajallinen laajennus tai eri mittaus- tai laskentatulosten keskinäinen vertailu. Näissä tehtävissä tarvitaan liikennemelun laskentateorian tukea. Tällöin on välttämättä **laskettava liikennemäärä ja raskaiden autojen osuus** koko liikenteestä sekä mittausaikana että vertailujakson (päivä, yö, vrk.) aikana ja erikoistapauksissa myös selvitettävä liikenteen ajonopeuksia. Yleensä keskimääräinen ajonopeus on riittävän lähellä rajoituksin määrättyä nopeutta, jotta tätä voidaan käyttää melunlaskennan lähtötietona (10 %:n nopeusero merkitsee noin +/- 1 dB:n eroa melutasossa).

a) Helpottavat poikkeustilanteet

Mikäli tavoitteena on paikalla vallitsevan melutason vertaaminen päiväajan ohjearvoihin, voidaan helpoimmalla selvityksellä, kun vilkkaimpaan ruuhka-aikaan tehty mittaus antaa tulokseksi selvästi sallittua alhaisemman melutason. Tällöin muita selvityksiä ei tarvita, koska mitattu tilanne (ruuhka) on melun kannalta pahin, mikäli liikenteen nopeustaso on suunnilleen normaali. Jos ruuhka kuitenkin on tuntuvasti alentanut nopeuksia, ei melutaso välttämättä olekaan ylimmillään ja voidaan tarvita varmistavia lisäselvityksiä.

Tämä ohje käsittelee pääosin edellä kuvatun normaalitilanteen mukaisia mittauksia.

Liikennettä on mittausaikana oltava riittävästi, jotta melun mittaustulos ei jää liian satunnaiseksi. Siksi **mittauksen kesto** valitaan siten, että vähintään 50 tai mieluummin 100 autoa sisältyy tulokseen. Tarkkuuden suhteen vaativissa mittauksissa suositeltava mittausajan vähimmäisliikenne on n. 500 autoa. Meluisinta raskasta liikennettä on oltava mukana mittauksessa, jos melun enimmäistasokin halutaan selvittää.

Mikäli melumittauksen (ja vertailun) tarkkuusvaatimuksia erityisesti painotetaan (valitusasiat tms.), voi olla tarpeen selvittää liikenteen ajonopeuksien tyypillistä vuorokausivaihtelua, ennen kaikkea keskinopeuden mahdollista eroa mittaus- ja vertailuajanjaksojen välillä.

Jos mittauspaikan lähellä on **automaattinen liikennelaskentapiste**, jossa myös nopeudet rekisteröidään, voidaan näitä tuloksia hyvin käyttää liikennetietojen selvitykseen.

Tarvittaessa voidaan melun mittauksen aikana mitata myös ajonopeudet. Tutkan puuttuessa käytetään sekuntikelloa ja mitataan ajoneuvojen ajoaikoja kahden pisteen välillä kohteen lähellä. Kun näiden pisteiden välimatka mitataan, voidaan laskea nopeudet ja niiden keskiarvo.

Melun mittauksia yöllä ei yleensä tarvita. Päiväsaikaan mitattu melun ekvivalenttitaso voidaan laskennallisesti, tieliikennemelun laskentamallia soveltaen, muuntaa muidenkin aikojen melutasoksi riittävällä tarkkuudella, liikennetietojen avulla. Enimmäistaso kelpaa muunnoksittakin. Jos nopeustietoja ei ole käytössä eikä niiden hankintaan haluta ryhtyä, voi rajatapauksissa olla varmintä mitata melutaso myös yöllä, koska on melko yleistä, että hiljainen liikenne lisää nopeuksia.

3.2 Mittausolosuhteet

Mittausajan sään suhteen on voimassa tiettyjä perusedellytyksiä, joilla mittausolosuhteita pyritään vakioimaan, jotta saataisiin normaalin mitaustarkkuuden mukaisia vertailukelpoisia tuloksia.

Tuulen on oltava heikko (suositus < 5 m/s) ja mieluummin tieltä mitaustepisteeseen päin. Lähellä tietä tehtävissä mittauksissa, n. 100 metrin etäisyyteen asti, voi tuulta olla enemmän, jos se ei lisää melua esim. aiheuttamalla huminaa tuulisuojaissa tai ympäröivissä puissa. Sade vaikeuttaa mittarin toimintaa ja se sekä märkä tie lisäävät melua. Aivan heikko tihkusade ei yleensä estä mittauksia.

Mittausten edustavuuden turvaamiseksi ovat seuraavat mittausolosuhteita koskevat edellytykset suositeltavia:

- liikenne on normaalia (ml. koostumus, ei hälytysajoneuvoja)
- ympäristön taustameluun ei kuulu poikkeuksellisia häirintääniä (ylilennot, junan tai tehtaan pillit, koirien haukku tms.)
- tienpinta on kuiva ja lumeton
- maa tien lähellä ei ole jäässä tai veden kyllästämä
- nastarenkaita ei käytetä
- lumi ei muodosta ylimääräisiä esteitä.

Edellisten perusteella suositusaika mittauksia varten on kesäaika loppukeväästä alkusyksyyn.

3.3 Mittauspisteiden valinta

Mittaus tehdään ensisijaisesti paikassa, jossa normaalisti oleskellaan ja jossa meluhäiriö koetaan suurimpana, esimerkkeinä

- lähinnä tietä olevan asuinrakennuksen tienpuolinen seinusta, jos sillä puolella on asuntojen ikkunoita
- pihan oleskelu- tai leikkipaikoista se, jossa melu on suurin
- tienpuoliset asuinhuoneet (sisämelu).

Jos mittaustulosten tulee kuvata laajan alueen melutasoa (kartoitus), tarvitaan tuloksia useista eri pisteistä. Näin hankitaan melutasosta ja sen vaihtelusta alueella tietoja, joiden varassa yleistilanne hahmottuu.

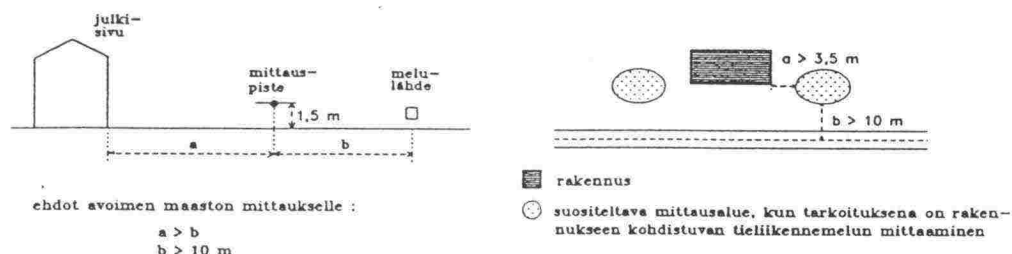
On huomattava, että kukin mittaustulos on tarkkaan ottaen voimassa vain mittauspisteessä, selkeissä vapaan kentän mittauksissa melko hyvin myös lähialueella (varsinkin kauempana tiestä). Tulosten soveltaminen muualla edellyttää asiantuntijan harkintaa.

3.4 Mikrofonin sijoitus ulkomittauksissa

Ulkomittauksissa mikrofoni asetetaan jalustalle n. 1,5 m (+/- 0,3 m) korkeudelle maasta, ellei mittauksen tavoite muuta edellytä, ja suunnataan lähintä tienosaa kohti.

Mittauspisteen sijoituksessa pyritään huolehtimaan siitä, että tuloksen luotettavuutta ja mittauksen toistettavuutta (ts. sama tulos samoissa olosuhteissa) ei vaaranneta. Siksi pyritään mm. välttämään paikkoja, joissa äänen heijastuminen rakennuksista on epämääräinen. Tästä syystä mittauspiste valitaan mieluiten kaukaa rakennuksista, jotta niiden heijastusvaikutus meluun on mitätön.

Myös rakennusten lähellä on usein mahdollista valita mittauspiste siten, että heijastukset eivät merkittävästi vaikuta tulokseen. Esimerkkejä mittauspisteiden sijoittamisesta siten, että ne täyttävät avoimen paikan vaatimukset, on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Esimerkkejä mittauksista avoimessa paikassa.

Näitä ongelmia käsitellään tarkemmin ympäristöministeriön melunmittausohjeissa. Käytännössä ehdottomasti suositeltavin on mittaus avoimessa paikassa eli ns. 'vapaakenttämittaus'.

Mittaus avoimessa paikassa

Nimitys tarkoittaa melun mittaamista tasaisessa ja avoimessa maastossa. Tällöin etäisyydet mikrofonista suuriin heijastaviin pintoihin, maanpintaa lukuunottamatta, ovat suuremmat kuin etäisyys mikrofonista lähimpään suurimpaan melulähteeseen, liikennevirtaan. Pienten heijastuspintojen suhteen voidaan tehdä poikkeus ja muutenkin, jos voidaan osoittaa, että heijastusten vaikutus meluun on vähäinen ($< 0,5 \text{ dB}$). Näin on kuvan 1 oikeanpuolisessa tapauksessa, missä rakennuksesta fysiikan lakien mukaan tapahtuvat heijastukset eivät ilmeisesti kukaan tavoita mittauspistettä.

Mittaus rakennusten lähellä

Taajama-alueilla ja paikoissa, missä avoimen paikan mittaukseen ei ole mahdollisuuksia, on mittausolosuhteita yhdenmukaistettava muilla perusteilla esim. rakennusten lähellä. Tällöin suositellaan, että mikrofoni sijoitetaan 2 metrin etäisyydelle rakennuksen tienpuoleisen seinän eteen ja 1,5 m korkeudelle maasta tai tarkasteltavan kerroksen lattiatasosta, ei kuitenkaan aivan ikkunan eteen. Etäisyyden mikrofonista lähimpään nurkkaan tai kattoon on oltava vähintään 2 m. Seinäpinnan on oltava tasainen ($\pm 0,3 \text{ m}$) ja pienten epätasaisuuksien polttopiste-vaikutuksia pyritään välttämään. Ikkunoiden on oltava suljettuja, vain pieni rako mikrofonin jalustaa tai johtoa varten sallitaan. Tällöin voidaan katsoa, että heijastus on lähes täydellinen ja tällä mittauksella saatu melutaso vastaa yleensä 1 dB:n tarkkuudella arvoa "vapaakenttämelu + 3 dB". Tämän menetelmän käyttö on merkittävä mittauspöytäkirjaan.

3.5 Mikrofonin sijoitus sisämittauksissa

Sisäpisteissä mitataan mahdollisimman kaukana heijastavista huonekaluista, mieluiten yli metrin etäisyydellä seinistä, lattiasta ja katosta ja tienpuolisen ikkunan edessä, ikkuna suljettuna. Usein on parasta tehdä samanaikainen mittaus ulkona, huoneen edessä.

Jos mittaria pidetään kädessä, sitä liikutellaan mittauksen aikana käsi-varsi ojennettuna (mittaaja melulähteen suuntaan nähden mieluiten sivussa - mittaajakin heijastaa !) sekä sivu-, korkeus- että etusuunnassa. Jos äänetön liikkuminen ei ole mahdollista tai jos käytetään jalustaa, tulisi mittaus tehdä useammassa pisteessä.

3.6 Mittaushenkilöstö

Mittauksessa tarvittavan henkilöstön määrä riippuu mittauksen tavoitteista, mittauslaitteista ja paikallisista olosuhteista. Näistä seuraavassa eräitä nyrkkisääntöjä:

- Useimmista vaativistakin mittauksista tukitoimintoihin suoriutuu kaksi henkilöä:
 - mittauslaitteiston käytön hallitseva mittaaja
 - liikenteen laskija.
- Jos käytössä on korkealaatuinen integroiva mittari ilman kontrolloitavia lisälaitteita, voi mittaaja huolehtia myös liikenteen laskennasta, etenkin lyhytkestoisissa mittauksissa.
- Kun liikenteen laskentaa ei tarvita tai kun se voidaan hoitaa koneellisesti, voi yksikin henkilö sopivalla laitteistolla hoitaa useimmat mittaukset. Paikalla tarvitaan ainakin yksi henkilö jo laitteiden vartiointiin takia.

3.7 Mittauksen aikana huomioitavat asiat

Mittaus voidaan keskeyttää poikkeuksellisen taustamelun ajaksi (esim. lentomelu), sillä mittaustulos voidaan yhdistää useammista jaksoista. Keskeytystä varten useissa mittareissa on oma näppäin ("Pause"). Perusteetonta jaksotusta on silti vältettävä.

Taustamelun vaikutus tulokseen yritetään aina selvittää. Liikenteen ulkopuolisten melulähteiden vaikutus pyritään mittaamaan erikseen tai liikennemelun mittausta voidaan katkoa meluisiin ja hiljaisiin jaksoihin ja tältä pohjalta voidaan tehdä arvio taustamelun tasosta. Taustamelun tason tulisi olla yli 10 dB alempi kuin liikennemelun taso, jotta taustan vaikutus voidaan jättää huomiotta. Grafiikkapiirturilla jatkuvana käyränä saatu tulos antaa mahdollisuuden tutkia tätä asiaa myös jälkeenpäin.

Mittarin ylihjautuminen (asteikon ylärajan ylittyminen - 'overflow') mittauksen aikana on syy mittauksen hylkäämiseen. Melutasosta onkin tavalla tai toisella hyvä hankkia ennakoarvio, jotta mittarin mittausalueen valinta (tai liitteen 3 lomakkeen 1 asteikkovalinta) onnistuu. Tämä arvio tehdään enimmäisäänitasoa koskevana esim. melun laskentamallin avulla tai lyhytaikaisella raskaan liikenteen melun esimitauksella mittauspaikalla. Mittausalueen ylärajaksi valitaan todennäköinen enimmäisäänitaso lisättynä 5-10 dB:llä (varmuusvara).

Eräs mittauksen onnistumisen kriteeri on sen toistettavuusvaatimus, ts. että mittaus voidaan samanlaisissa olosuhteissa toistaa samoin tai riittävän samanlaisin tuloksin. Toistettavuuden perusedellytys on mittauksen olosuhdetietojen tarkka kirjaaminen mittauspöytäkirjaan.

3.8 Mittauspöytäkirja

Seuraavassa esitetään muistilistana asiat, jotka hyvän mittauspöytäkirjan tulee sisältää numeroin tai sanallisena kuvauksena. Liitteessä 4 on mittauspöytäkirjan lomakemalli.

Mittauksen otsikkotiedot:

Osoite, mittaaja(t)
Päiväys ja kellonaika

Mittauslaitteet: Tyypit ja sarjanumerot

Mittausolosuhteet:

Liikennetiedot, nopeusrajoitus
Olosuhdetiedot sanallisena kuvauksena:
- yleissäätila, tuuli, lämpötila, pilvisyys
- kasvillisuuden tila (lehdet puissa, pensaat, ruoho jne.)

Tienpinnan laatu ja nastarenkaiden käyttö

Mittauspisteet:

Mikrofonin sijaintitiedot tiehen ja maastoon nähden:

- Etäisyys lähimmän ajoradan keskilinjasta
- Tietoja tien ja pisteen korkeusasemasta niiden väliseen maastoon (heijastustasoon) nähden, mikäli mahdollista korkeusprofiilina (tien leikkaus, pengerkorkeus).
- Karttapiirros mittauspisteineen tai mittapiirros paikasta
- Lyhyt kuvaus maastosta parinkymmenen metrin säteellä mittauspisteestä, tien ja pisteen väliltä tarvittaessa laajemminkin (sektoreittain), pinnan laatu, esteiden laatu ja asema yms.

Erikoismaininta mittauksesta lähellä rakennusta (+3 dB:n heijastus) (Näiden mittauspistetietojen merkitys korostuu, jos mittaustuloksia on tarkoitus verrata melunlaskennan tuloksiin).

Mittaustulokset:

Maininta alkukalibroinnista

Kunkin mittausjakson perustiedot

- ekvivalenttitaso L_{Aeq} , tarvittaessa myös enimmäisäänitaso L_{Amax}
- alku- ja loppuhetki, mittauksen kesto (minuutteina)

Kalibrointitulos mittauksen jälkeen

Mahdolliset ajonopeuden mittaustulokset

Huomautukset, mikäli mittauksen aikana kuului muuta kuin tieliikenteen melua

4. MITTAUSTULOSTEN AJALLINEN LAAJENTAMINEN

4.1 Pidemmän ajan melutasojen arviointi mittausten perusteella

Mittausten avulla on yleensä tarkoitus hankkia arvio tietyistä pidemmän ajan melutasoista, esim. ekvivalenttitaso päivällä, $L_{Aeq\ 7-22}$, ja yöllä, $L_{Aeq\ 22-7}$, tai keskimääräisen vuorokausiliikenteen vallitessa.

Mittaustulokseksi saatu liikennemelun **ekvivalenttitaso** edustaa vain mittausajankohdan liikenteen aiheuttamaa äänitasa mittauspaikalla. Mittaustuloksen perusteella ja liikennetietojen avulla voidaan kuitenkin **laskennallisesti arvioida** mittauspaikalla vallitsevia pidemmän ajanjakson äänitasoja, esim. päivän ja yön ajalle.

Liikennelaskenta mittausaikana on tällöin välttämätön ja vastaavasti tarvitaan liikennetiedot (määrä ja koostumus) siltä ajanjaksolta, minkä äänitaso halutaan arvioida (mikäli mahdollista, vuoden keskimääräisinä arvoina; KVL, päivä- ja yöliikenne keskim.).

Ekvivalenttitason ajallinen muunnos sisältää käytännössä seuraavat toimenpiteet:

- Eri aikajaksojen liikennemäärät muunnetaan kunkin jakson keskimääräiseksi liikenteeksi (vrk.- tai tuntiliikenne)
- Raskaan liikenteen osuus koko liikenteestä lasketaan erikseen kussakin aikajaksossa
- Mitattuun äänitasoon tehdään muunnoksen edellyttämät korjaukset liikennetietojen perusteella. Yleinen laskentakaava on muotoa

$$L_{Aeq} = L_{Aeqm} + L_N + L_{rs} + L_v \quad \text{jossa}$$

- L_{Aeq} = halutun jakson ekvivalentti äänitaso
- L_{Aeqm} = mittausjakson ekvivalenttitaso
- L_N = korjaus liikennemäärän perusteella
- L_{rs} = korjaus raskaan liikenteen osuuden perusteella
- L_v = korjaus nopeuden muutoksen takia

Liikennemäärään perustuva korjaus voidaan laskea kaavasta:

$$\begin{aligned} L_N &= 10 \log k &= 10 \log (N / N_m) \quad \text{tai} \\ L_N &= -10 \log (1 / k) &= -10 \log (N_m / N) \end{aligned}$$

jossa k = liikennemäärien suhde (N/N_m)
 N = halutun muunnosjakson ja
 N_m = mittausjakson keskimääräinen liikenne

(Molempia kaavoja kuvaavat käyrät ovat kuvassa 3, esimerkissä on käytössä jälkimmäinen kaava ja aleneva käyrä)

Raskaan liikenteen osuuden muutosvaikutus nähdään kuvasta 4 (vaihtelee eri nopeuksilla, laskentakaavat kirjassa [1]).

Nopeuden yksin muuttuessa vaikutus voidaan laskea kaavalla

$$L_v = 30 \log (v / 50), \quad \text{missä } v = \text{nopeus } (v \geq 50 \text{ km/h})$$

Kaikki em. korjaukset voidaan tehdä myöskin kuvan 2 nomogrammin avulla tai erillisinä ehkä tarkemmin oheisten kuvien 3 tai 4 avulla. Kuvasta 3 saadaan korjaus suoraan, muista saadaan tietyt tulokset sekä mittaus- että muunnostilanteen liikennetietojen avulla ja niiden erotuksena haluttu korjaus. Korjauskäytännön opiskelua helpottamaan on laadittu seuraava esimerkki.

4.2 Laskentaesimerkki

Tässä esimerkkitapauksessa on mitattu tietyn kohteen ekvivalentti äänitaso ja 15 minuutin mittauksella saatu tulos on 61 dB. Sen perusteella arvioidaan päivän, yön ja vuorokauden ekvivalenttitasot.

Liikenteen nopeusrajoitus paikalla on 80 km/h.

Eri jaksojen liikennelaskentatiedot ovat:

jakso		kevyet	raskaat	yhteensä
15 min.		172	28	200
päivä	klo 7-22, 15h	8415	1185	9600
yö	klo 22-7, 9h	945	405	1350
keskim. vuorokausi (KVL)		9360	1590	10950

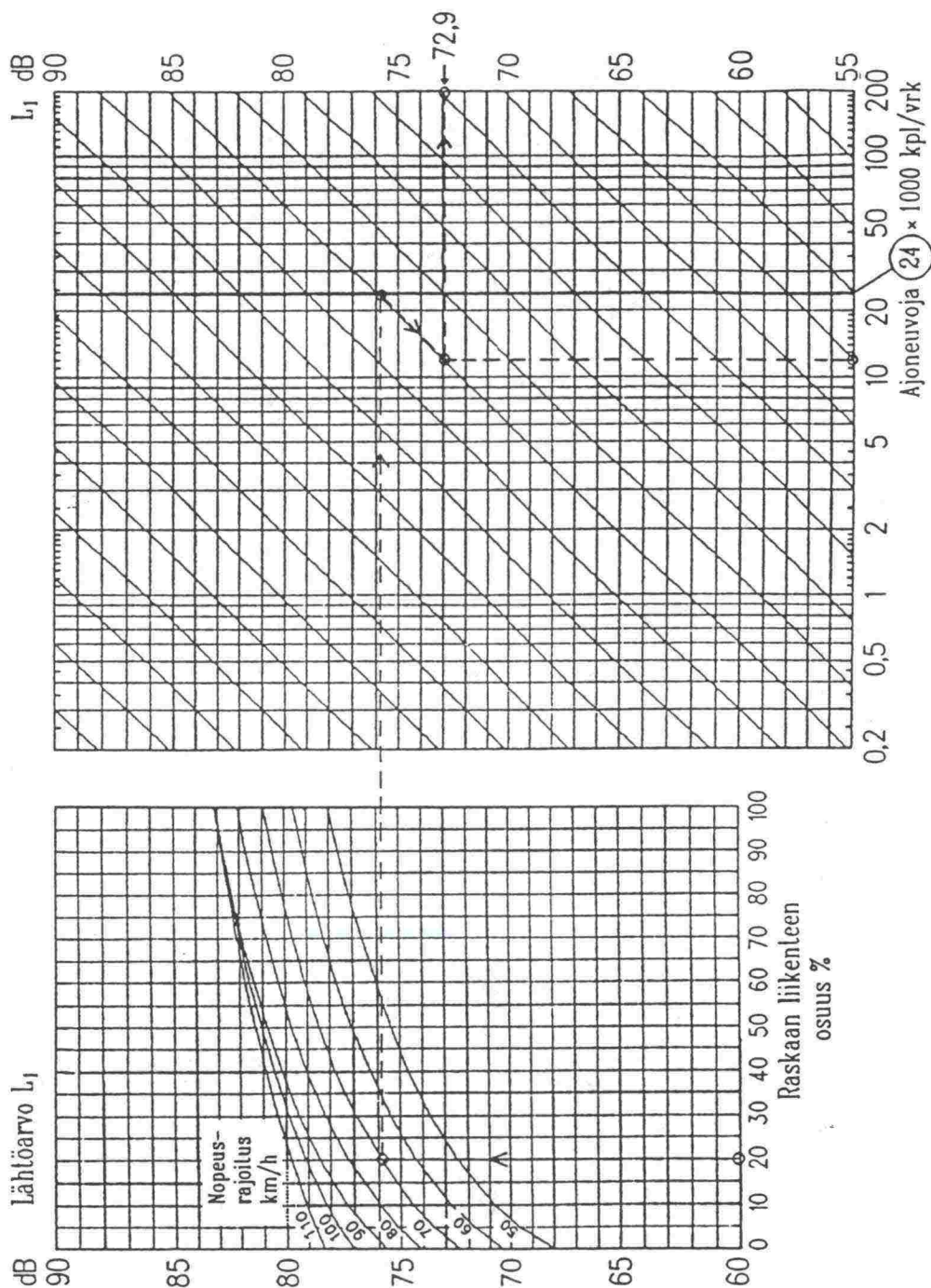
Näistä lasketaan eri aikavälien keskimääräiset tuntiliikenteet (tai vrk-liikenne), niiden suhteet ja raskaan liikenteen osuus kussakin jaksossa [tässä on laskettu liikennemääräsuhteet 15 min / vertailujakso (N_{15} / N), jolloin kuvasta 3 korjaus saadaan alenevalta käyrältä miinus-merkisenä (pienenevä liikenne ja melu)].

jakso		tuntiliikenne	N_{15}/N	rs-osuus (%)
15 min.		800	(1)	14,0
päivä		640	1,25	12,3
yö		150	1,75	30,0
vrk.		456	5,33	14,5

Likimääräiset korjaukset 15 minuutin jaksossa mitattuun ekvivalenttitasoon (61 dB) saadaan kuvien 3 ja 4 avulla seuraaviksi:

jakso		L_N	L_{rs}	korjattu tulos
päivä		-1,0	-0,2	59,8 eli 60 dB
yö		-7,3	+1,7	55,4 " 55 dB
vrk		-2,5	+0,1	58,6 " 59 dB

Tuloksesta huomataan, että raskaan liikenteen osuuden pieni vaihtelu ei aiheuta merkittävää korjaustarvetta (esim. päivä- ja vrk-jaksot 15 minuutin mittausjaksoon verrattuna). Yöaikaan - esimerkin tapaan - raskaan liikenteen osuus voi selvästi muuttua ja korjaus on tarpeen.

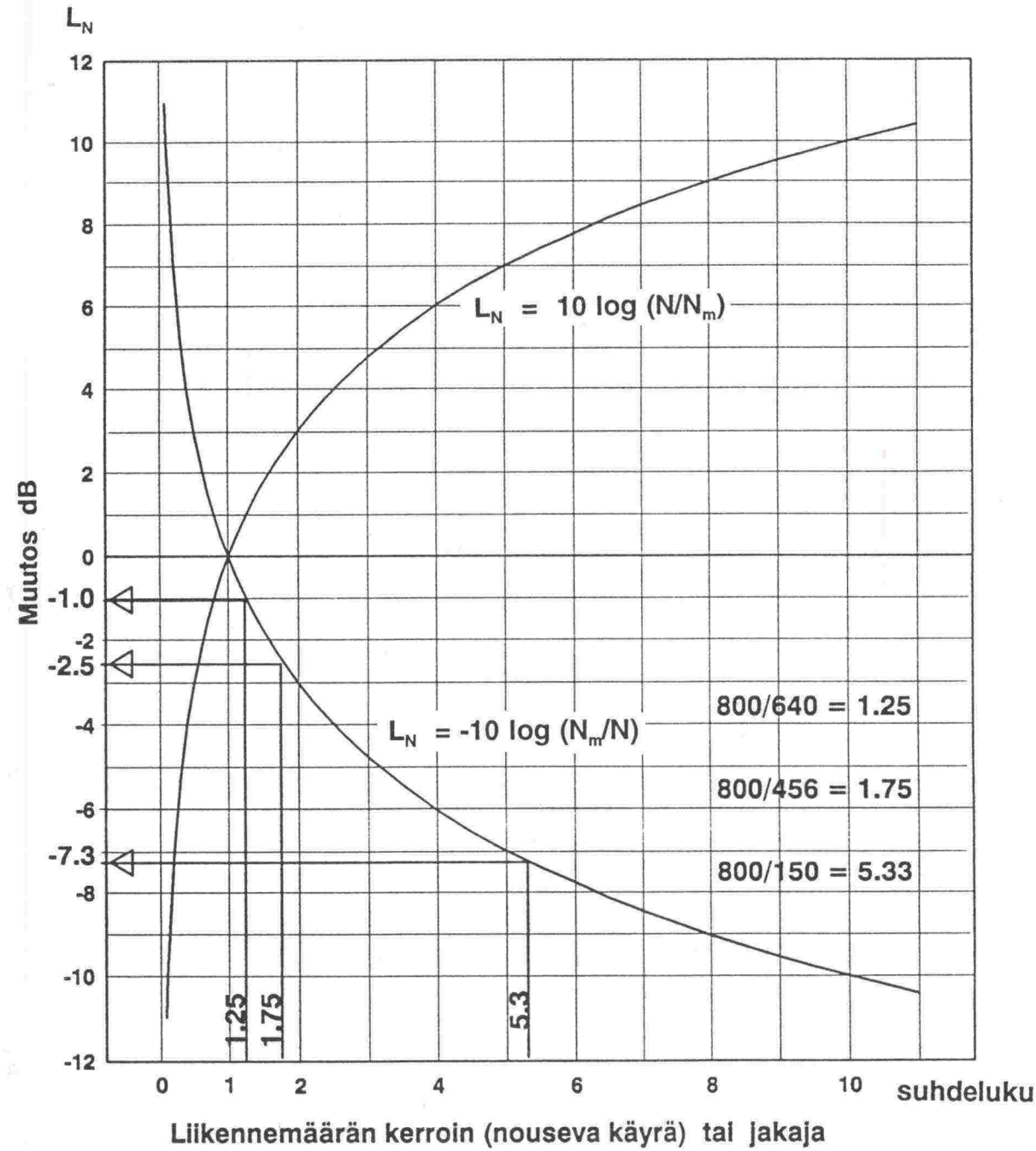


Vaihe 1: Lähtöarvo

Tunnin tai vuorokauden ekvivalenttitason L_1 määrittäminen 10 m etäisyydellä tien keskikohdasta. Muuttujina nopeusrajoitus (km/h), ajoneuvojen lukumäärä (kpl/vrk) ja ajoneuvojen jakautuma (raskaiden ajoneuvojen %-osuus). Jos raskaiden ajoneuvojen osuutta ei tunneta, sen voidaan olettaa olevan 10 %.

Kuva 2. Tieliikennemelun laskennan perusnomogrammi

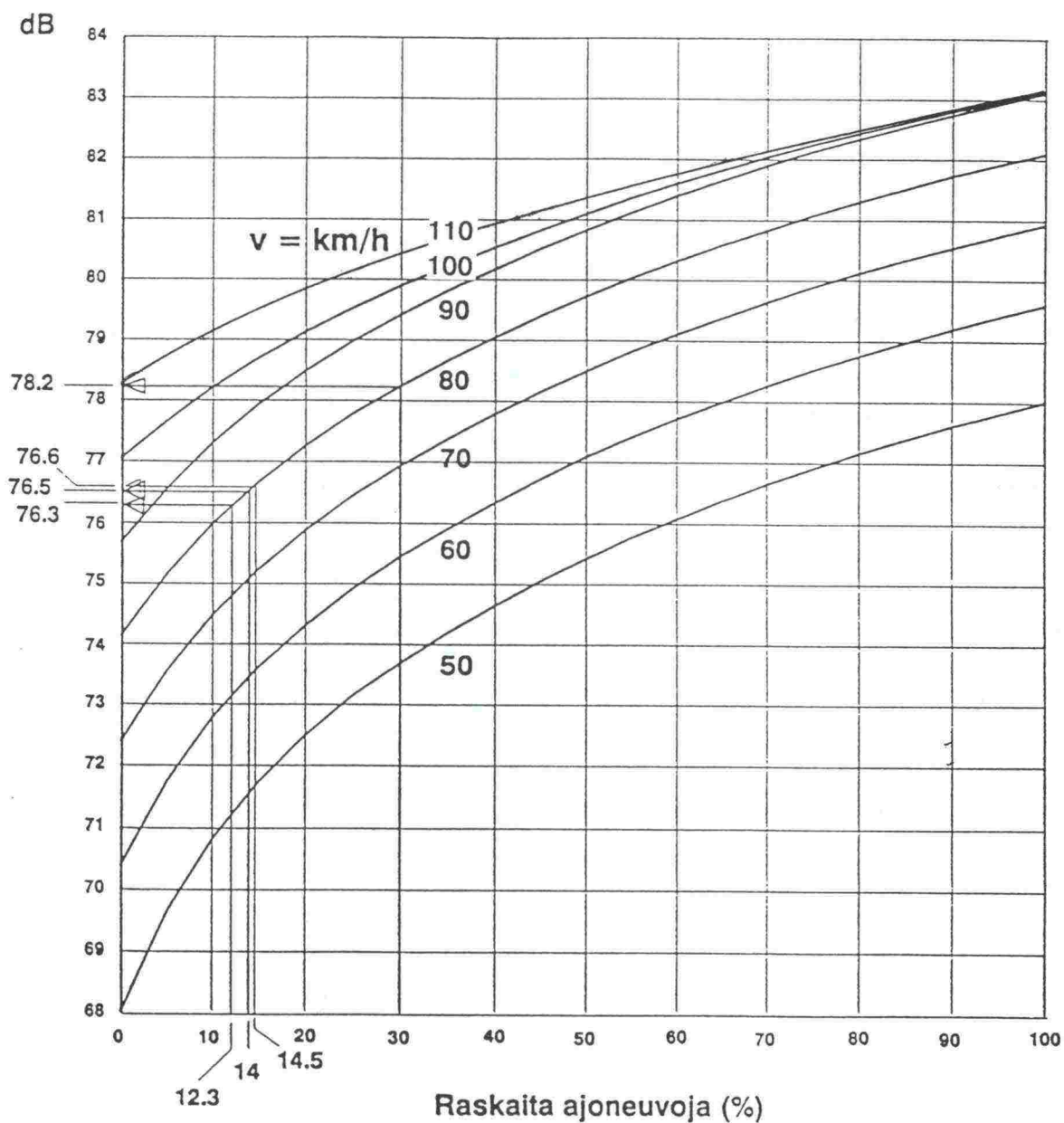
Äänitason muutos liikenteen muuttuessa



Kuva 3. Liikennemäärän muutosvaikutuksen kuvaajakäyrät

Äänitaso nopeuden ja rs-osuuden mukaan

Lähtöarvo - 10 m etäisyydellä tiestä



Kuva 4. Raskaan liikenteen osuuden ja ajonopeuden vaikutus melutasoon (perusnomogrammin osa suurennettuna)

5. MITTAUSRAPORTTI

5.1 Raportin tietosisältö

Tyypillinen mittausraportti sisältää tiedot mittauksesta, mittaustulokset ja usein lisäksi asiantuntemukseen perustuvia arvioita tulosten laadusta. Raportin tieto-osa voidaan laatia yleensä seuraavanlaisen sisältörungon varaan:

- Otsikkotiedot
- Mittauksen asiayhteys, tarkoitus, tavoitteet
- Mittauspöytäkirjat ja mittaushenkilöstö
- Selostus mittauslaitteista, käytetystä menetelmästä
- Selostus liikennetietojen hankkimisesta (määrä, koostumus, nopeusrajoitus, käytetyt nopeudet)
- Lasketut tulokset, keskiarvot
- Tulosten tarkkuuden arviointi, vertailut malleilla laskettuihin tuloksiin, mahdollisten erojen merkitsevyys ja syiden arviointi

Tulosten tarkkuusarvio vaatii tiettyä asiantuntemusta mm. tilastomatematiikan alalta, apuneuvoja tähän löytyy ympäristöministeriön ohjeista.

Vaativammissa tapauksissa asiantuntemus saattaa olla tarpeen jo mittauksen suunnittelussa, kun mittaustapa ja tavoitteet määritellään. Silloin, varsinkin suuritoisissa projekteissa, sopivan konsultin apu saattaa olla kannattavaa. Raportin tekovaiheessa voidaan tehdä virheet todeta mutta ei yleensä enää helposti korjata.

5.2 Arvio mittauksen edustavuudesta

Paikalliseen asiantuntemukseen perustuva tiivistetty arvio mittauksen edustavuudesta parantaa eri tulosten vertailun luotettavuutta ja kertoo myös niistä edellytyksistä, jotka on syytä ottaa huomioon, jos mittaustuloksia tavalla tai toisella pyritään käyttämään muuallakin kuin mittaustilanteessa.

Mittausraporttiin tulisi liittää mittauksen edustavuuden arviointi eli perusteltu käsitys siitä, kuinka hyvin saadut tulokset edustavat mittaustilanteen keskimääräistä tilannetta eli antavat haluttua tietoa meluntorjunnan suunnittelua varten. Edustavuutta voidaan tarkastella

- ajallisesti - ottaen huomioon liikenteen ajalliset vaihtelumuodot ja vuodenaikaan liittyvät olosuhdevaihtelut (sää, lumi, jää..)
- paikallisesti - maasto- ja ympäristötietojen tai lähialueen vertailumittauksen perusteella

6. MITTAUSTULOSTEN KÄYTTÖ OLOSUHTEIDEN MUUTTUESSA

Melun mittaustulos kuvaa tilannetta mittauspisteessä mittausaikana. Tulokseen sisältyy paikallisten olosuhteiden vaikutus, mm. maa-, etäisyys- ja estevaimennukset. Mittaustuloksen käyttö sellaisenaan toisessa kohteessa edellyttää vastaavien olosuhteiden (heijastukset, vaimennukset yms.) olemassaoloa. Näiden varmentaminen on vaikeaa ja tarvittavien oletusten tuoman erehtymisriskin arviointi edellyttää erityisasiantemusta.

Mittaustulokset voidaan muuntaa **saman mittauskohteen** toisia liikenneolosuhteita vastaavaan tasoon melun laskentamallin avulla. Mittaus- ja laskentatuloksia verrataan ensin mittaushetken ja -paikan olosuhteissa. Jos tulosten ero on vähäinen, ne varmistavat toisiaan ja samalla sen, ettei olosuhteissa tai niiden kirjaamisessa eikä mittalaitteiden toiminnassa ole havaittavissa erikoista poikkeavuutta. Vähäisinä voidaan pitää alle 2 dB:n eroja. Tällöin liikenneolosuhteiden muutosvaikutukset voidaan laskea melko luotettavasti edellyttäen, että liikenteen perustiedot (liikennemäärä, nopeus, raskaan liikenteen osuus), niiden ajallinen vaihtelu ja kehitystrendit ovat myös luotettavat.

Mitattuun tulokseen tarvittavat liikennekorjaukset voidaan laskea, vaikkei paikan geometriatietoja tunneta eikä laskennassa käytetä. Näin mittaustuloksesta saadaan muita ajankohtia ja liikennetilanteita vastaavat melutason arviot samassa mittauspaikassa. Menettelyn perusajatus on, että **mittaus sisältää paikalliset olosuhdevaikutukset suoraan aidon tilanteen mukaisina ja laskentamallilla sovitetaan mitattuun tulokseen vain uusi liikennetilanne, eli tarkistetaan liikenteen määrä-, koostumus- ja nopeuskorjaukset** (katso luku 4). Tällöin ei laskentatuloksen avulla tietenkään voi mitenkään varmistaa mittaustulosta, johon täytyy voida luottaa. Epävarmuutta lisää sään vaikutus, siksi sitä jo mittauksessa pyritäänkin vakioimaan.

Laskentamallin tarvitsemat tiedot liikenteestä, maaston geometriasta ja pisteen sijainnista on hankittava käyttöön, jotta laskennalla voitaisiin varmentaa mittaustuloksia. Varmennus voidaan tehdä myös uudella mittauksella. Tällainen ennen-jälkeen mittaus antaa lisäksi mahdollisuuden tutkimuksen keinoin eritellä eri toimenpiteiden tai muutostekijöiden vaikutuksia melutason muutoksiin.

Mikäli alueella tehdään muutoksia melun vaimennusta määrääviin maasto-, melueste- ja etäisyystekijöihin, tullaan samoihin ongelmiin kuin siirryttäessä eri paikkaan. Ennen muutoksia tehtyjen melumittausten merkitys vähenee sitä enemmän, mitä suurempia olosuhteiden muutokset ovat.

Kirjallisuusluettelo

1. "Tieliikennemelun laskentamalli", SM / Ympäristönsuojeluosasto, sarja A:10, Helsinki 1981

(Tämän teoksen korvaava tarkistettu pohjoismaisen laskentamallin suomennos on tulossa ympäristöministeriön julkaisuna vuoden 1993 aikana).
2. "Tieliikennemelumallin tietokoneohjelma", YM / Ympäristönsuojeluosasto, sarja A 76/1988, Helsinki 1988
3. "Vähemmän melua - opas tiensuunnittelijoille", Tiehallitus, Helsinki 1991
4. "Ympäristömelun mittausohje", VTT / LVI, luonnos, Espoo, toukokuu 1992
5. "Tieliikennemelun mittausohje", VTT / LVI, luonnos, Espoo, tammikuu 1993
6. T. Lahti: "Melun mittaaminen ja laskenta - työkalut melun määrittämiseen", Liikennemelu - kurssin moniste, Tampere 1993
7. "NBSTÖY - Pohjoismaisen tieliikennemelun laskentamallin tietokoneohjelma / Käyttöohje", Tielaitos/Kk, Suomen Akustiikkakeskus Oy, Helsinki 1993
8. "Beräkningsmodell för vägtrafikbuller", Naturvårdsverket, Sverige 1989

Ympäristömelun peruskäsitteitä

Melu

Melu on ei-toivottua ääntä. Meluntorjuntalain 2 §:n 1 momentin mukaan melulla tarkoitetaan terveydelle haitallista, ympäristön viihtyisyyttä merkityksellisesti vähentävää tai työntekoa merkityksellisesti haittaavaa ääntä tai siihen rinnastettavaa tärinää.

Ääni

Ääni on ilmassa etenevää aaltoliikettä. Aallot ovat ilmanpaineen vaihteluita, jotka korva tajuaa ääneksi. Aaltojen lukumäärä sekunnissa on taajuus, jonka yksikkö on hertsi (Hz).

Taajuus vastaa äänen korkeusaistimusta. Ihminen kuulee likimain alueen 20-20000 Hz. Korva on herkin taajuusalueella 1000-4000 Hz.

Äänenpaine

Pienet ilmanpaineen vaihtelut staattisen ilmanpaineen lisänä, jotka aistitaan ääneksi. Yksikkö Lp.

Äänenpainetaso

Äänenpaineen logaritminen mitta, joka vastaa äänen fysikaalista voimakkuutta. Yksikkö desibeli (dB).

Ihmisen kokeman voimakkuuden tai häiritsevyyden kuvaamiseksi äänenpainetaso mitataan taajuus- ja aikapainotettuna. Tällöin suureesta käytetään nimitystä äänitaso.

A-painotus

Äänen voimakkuutta arvioitaessa otetaan kuuloaistin erilainen herkkyys eri taajuuksilla huomioon käyttämällä herkkyyskäyrää vastaavaa taajuuspainotussuodatinta. Ympäristömelua mitataan A-painotussuodatinta käyttäen. A-suodatin vaimentaa matalia ääniä, joita ihmiskorva kuulee heikoimmin. A-suodattimen käyttö merkitään suuretunnukseen, esim. äänitaso L_A .

Aikapainotukset

Äänitasomittareissa käytetään standardoituja aikapainotuksia silloin kun halutaan tutkia melun ajallista vaihtelua. Ekvivalenttitason muodostaminen hävittäisi ajallisen vaihtelun koko mittausajanjaksolta.

Liikennemelumittauksissa käytetään yleisimmin aikapainotuksia F (fast), joka edustaa 250 ms aikakeskiarvoa, ja S (slow), joka edustaa 2 s keskiarvoa.

Ekvivalenttitaso L_{eq}

Ekvivalenttitaso (eli ekvivalentti äänitaso tai samanarvoinen jatkuva äänitaso) on tiettyä aikaväliä edustava keskiarvosuure.

Ekvivalenttitason avulla voidaan yhdellä luvulla kuvata pitkiä ajanjaksoja, joiden kuluessa äänitaso mahdollisesti vaihtelee paljonkin.

Kahdella melutilanteella on sama ekvivalenttitaso, jos melun energiat (meluannokset) ovat samat.

Äänitaso

Taajuuspainotettu (yleensä A-painotettu) äänenpainetaso, joka on joko ekvivalenttitaso tai jokin aikapainotettu taso. Yksikkö desibeli, dB.

Taajuuspainotus ilmaistaan tarvittaessa nimen yhteydessä (A-äänitaso, ekvivalentti A-äänitaso) ja tunnuksessa (L_{AF} , L_{AS} , L_{Aeq}).

Enimmäisäänitaso L_{max}

Aikapainotettuna mitatun äänitason enimmäisarvo. Enimmäistason suhteeseen muihin suureisiin, esim. ekvivalenttitasoon vaikuttavat aikapainotuksen tyyppi, melutapahtuman kesto ja lukumäärä. Lukumäärällä ei ole vaikutusta itse enimmäistasaan, koska vain suurin arvo kirjataan.

Käytännössä on mittaustarkkuuden saavuttamiseksi mitattava monen melutapahtuman enimmäistasot ja laskettava niistä keskiarvo tai käytettävä tilastollista arvoa (pysyvyystasoa), jonka äänitaso ylittää esim. 1-5 % ajasta.

Melualue

Melualue on liikenneväylän, lentokentän tai muun melulähteen läheisyydessä oleva alue, joka melun vuoksi vaatii suojaustoimia soveltuakseen asuntoalueeksi tai muiden melulle herkkien toimintojen sijoitusalueeksi.

Meluvyöhyke

Alue, jolla pitkänajan melusuure (esim.äänitaso) on kahden määrätyn tason välillä, kuten esimerkiksi 60 dB:n ja 65 dB:n välillä.

Taustamelu

Taustamelu on muista kuin tarkasteltavasta ilmiöstä havaintopaikalle aiheutuvaa melua. Voimakas taustamelu voi haitata tiettyyn meluilmiöön kohdistuvan mittauksen tekemistä tai jopa estää sen.

N:o 993

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista

Annettu Helsingissä 29 päivänä lokakuuta 1992

Valtioneuvosto on 3 päivänä huhtikuuta 1987 annetun meluntorjuntalain (382/87) 9 §:n nojalla ympäristöministeriön esittelystä päättänyt:

1 §

Soveltamisala

Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä.

Päätös ei koske ampuma- ja moottoriurheiluratojen aiheuttamaa melua.

Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla.

2 §

Ohjearvot ulkona

Asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason (L_{Aeq}) päiväohjearvoa (klo 7-22) 55 dB eikä yöohjearvoa (klo 22-7) 50 dB. Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei kuitenkaan sovelleta yöohjearvoja.

Loma-asumiseen käytettävillä alueilla, leirintäalueilla, taajaman ulkopuolella olevilla virkistysalueilla ja luonnonsuojelualueilla on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää päiväohjearvoa 45 dB eikä yöohjearvoa 40 dB. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan kuitenkin soveltaa 1 momentissa mainittuja ohjearvoja. Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

3 §

Ohjearvot sisällä

Asuin-, potilas- ja majoitushuoneissa on ohjeena, että ulkoa kantautuvasta melusta aiheutuva melutaso sisällä alittaa melun A-painotetun ekvivalenttitason (L_{Aeq}) päiväohjearvon (klo 7-22) 35 dB ja yöohjearvon (klo 22-7) 30 dB.

Opetus- ja kokoontumistiloissa sovelletaan ainoastaan melutason päiväohjearvoa 35 dB sekä liike- ja toimistohuoneissa päiväohjearvoa 45 dB.

4 §

Mittaus- tai laskentatuloksen korjaaminen

Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kaapeakaistaista, mittaus tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista edellä 2 tai 3 §:ssä mainittuun ohjearvoon.

5 §

Ympäristöministeriön ohjeet

Ympäristöministeriö antaa tarkemmat ohjeet melutasojen mittaus- ja laskentamenetelmistä sekä tämän päätöksen täytäntöönpanosta.

6 §

Voimaantulo

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammiukuuta 1993.

Ympäristöministeri Sirpa Pietikäinen

Ylitarkastaja Antero Honkasalo

EKVIVALENTTITASON (LAeq) MÄÄRITYS EI-INTEGROIVIA MITTAREITA KÄYTTÄEN

Tieliikenteen melu kuulostaa melko tasaiselta silloin, kun liikenne on vilkasta ja kuulija on kaukana tiestä. Lähellä tietä hiljaisten ja meluisten hetkien välinen äänitason ero voi olla jopa 50 dB. Näin vaihtelevan melun mittaus esimerkiksi viisarinäytöllä varustetulla mittarilla on tehtävä järjestelmällisesti, jotta tuloksista voidaan määrittää myös kohtuullisen luotettava ekvivalenttitaso. Mittaus tehdään esim. seuraavasti:

Mittarin lukemien kirjaaminen

- Mittaustulos merkitään muistiin **tasavälein**. Lukemisväliksi valitaan esim. 10 sekuntia (tai 5 - 15). Valittua lukemisrytmiä noudatetaan tarkasti ja riippumatta siitä, millaista melu on (silti 3.7:n mukaan).
- Jos käytetään 10 sekunnin lukemisväliä, saadaan 15 minuutin aikana muistiin 90 mittaushavaintoa. Vilkkaasta liikenteestä mitattuna tällainen aineisto yleensä riittää ekvivalenttitason tyydyttävän tarkkaan laskentaan. Hiljaisessa liikenteessä voidaan samaa menettelyä tarvittaessa jatkaa, kunnes mittausajan liikennemäärä ylittää kohdassa 3.1 esitetyn vähimmäismäärän (50-100 autoa).
- Mittaustulokset merkitään seuraavalla sivulla kuvatulle lomakkeelle (tai mittauksessa muulla tavoin ja vasta ekvivalenttitason laskentaan käytetään lomaketta 1). Lomakkeen 1 vasempaan sarakkeeseen (A) merkitään aluksi mittausolosuhteisiin sopiva desibeliasasteikko niin, että suurin mittaustulos lähenee asteikon ylärajaa (tien lähellä sopiva yläraja on 90 tai 100 dB, kauempana 10-20 dB alempi). Kukin havainto merkitään ns. tukkimiehen kirjanpitoa käyttäen mitatun dB-arvon osoittamalle riville sarakeeseen B. Kaikki asteikon alarajaa alemmat mittaustulokset merkitään riville 'alle'. (Muulla tavoin muistiin merkityt mittaustulokset siirretään samaan tapaan laskentaa varten lomakkeelle 1).

Ekvivalenttitaso laskenta

- Mittaushavaintojen lukumäärä lasketaan riveittäin ja merkitään sarakkeelle C. Saatu luku kerrotaan saman rivin sarakkeelta D löytyvällä kertoimella ja tulo merkitään viimeiseen sarakkeeseen CxD. Pystysuuntaisella sarakesummauksella saadaan kaikkien havaintojen lukumäärä N ja kertoimilla painotettu tulosumma y (kts. esim. seur.sivulla).
- Lasketaan osamäärä y/N. Sitä lähin arvo etsitään kerroinsarakkeesta (D). Tältä riviltä sarakkeelta A löytyvä dB-arvo on mitatun melun ekvivalenttitaso. Saatu arvo sekä korkein mitattu melutaso merkitään muistiin lomakkeen alaosaan varattuihin paikkoihin.

Melutason mittaus- ja laskentalomake

Esimerkkilaskelma

A	B	C	D	CxD
skaala dB	mittaus- merkinnät	kpl	kerroin	
80			1000	
9			794	
8			631	
7			501	
6			398	
5			316	
4			251	
3			200	
(72) 72	I	1	158	158
1			126	
70	II	2	100	200
9	III	3	79	237
8			63	
7	II	2	50	100
6	II	2	40	80
5	I	1	32	32
4			25	
3	III	3	20	60
2	III	4	16	64
(61) 61	III	5	13	65
60	III	3	10	30
9	II	2	7.9	16
8	III III	8	6.3	50
7	III	3	5	15
6	I	1	4	4
5	III	3	3.2	10
4	III II	7	2.5	18
3	III III	8	2	16
2	II	2	1.6	3
1	III	4	1.3	5
50	III III	8	1	8
alle	III III III III	18	0	-
Summa N =		90	y =	1171

Mittauspaikka Mäntsälä

Päivä 23.06.1992

Mittaus alkoi klo 13.00

Mittaus kesti 15 min.

Mittaja Ville Väisänen

→ (L_{eq}) =

→ (L_{max}) =

Melutaso L_{eq} = 61 dB

Maksimitaso L_{max} = 72 dB

y/N = 13.0

LIIKENNEMELUN MITTAUS

PÖYTÄKIRJA

Otsikkotiedot

mittauspaikka _____
 (tierekisteriosoite) _____
 päivä _____ mittaja _____

Mittauslaitteet

laite _____ merkki ja tyyppi _____ sarjanumero _____

tuulisuoja _____

Mittausolosuhteet

Liikennetiedot

liikennemäärä mittausjakson aikana

	suunta 1	(oikealle)	suunta 2	(vasemmalle)
kevyet				
raskaat				

nopeusrajoitus _____ km/h

tienpinta _____ renkaat _____

Säätila tuuli _____ pilvisuus _____

suunta _____ yleissäätila _____

Kasvillisuuden tila

Mittauspiste

maasto _____ maanpinta _____

etäisyys tiestä _____ tiepenger _____

(tarkempi kuvaus mittauspisteen sijainnista sanoin ja piirroksin lomakkeen kääntöpuolelle)

Mittaustulokset

kalibrointi ennen _____ dB mittaus alkoi klo _____
 jälkeen _____ dB loppui klo _____
 aikaväli _____ min.

mittaustulos **LAeq** _____ dB

heiljastus _____

(mittaus rakennusten lähellä)

Huomautukset

Melutason mittaus- ja laskentalomake

Esimerkkilaskelma

A	B	C	D	CxD
skaala dB	mittaus- merkinnät	kpl	kerroin	
80			1000	
9			794	
8			631	
7			501	
6			398	
5			316	
4			251	
3			200	
(72) 72	I	1	158	158
1			126	
70	II	2	100	200
9	III	3	79	237
8			63	
7	II	2	50	100
6	II	2	40	80
5	I	1	32	32
4			25	
3	III	3	20	60
2	III	4	16	64
(61) 61	III	5	13	65
60	III	3	10	30
9	II	2	7.9	16
8	III III	8	6.3	50
7	III	3	5	15
6	I	1	4	4
5	III	3	3.2	10
4	III II	7	2.5	18
3	III III	8	2	16
2	II	2	1.6	3
1	III	4	1.3	5
50	III III	8	1	8
alle	III III III III	18	0	-
Summa N =		90	y =	1171

Mittauspaikka

Mäntsälä

Päivä

23.06.1992

Mittaus alkoi klo

13.00

Mittaus kesti

15 min.

Mittaja

Ville Viisari

→ (L_{eq}) =

→ (L_{max}) =

Melutaso L_{eq} = 61 dB

Maksimitaso L_{max} = 72 dB

y/N = 13.0

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 20/1993 Moreeni ja sen käyttö. TIEL 3200146
- 21/1993 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Pengerpaalutus. TIEL 3200147
- 22/1993 Liikenneväylän vaikutukset lähiympäristön yhdyskuntarakenteeseen; Väestö-, työpaikka- ja elinkeinorakenteen muutokset vt 3 Helsinki - Tampere -tien vaikutusalueella. TIEL 3200148
- 23/1993 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200149
- 24/1993 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Tiegeotekniikan yleiset suunnittelu- perusteet. TIEL 3200150
- 25/1993 Teknologien siirto, T² - keskuksen perustaminen. TIEL 3200151
- 26/1993 Pohjaveden suojausrakenteiden laadunvalvonta; Tutkimuksia ja suosituksia. TIEL 3200152
- 27/1993 Valaisinpylväiden perustaminen; Ympäristäytön laadun ja tiivistämisen vaikutus pilariperustuksen siirtymisiin. TIEL 3200153
- 28/1993 Nastallisen ja nastattoman liikenteen päällysteet, yhteenveto. TIEL 3200154
- 29/1993 Tieinvestointien toteutustapa viidessä Euroopan maassa. TIEL 3200155
- 30/1993 Pasilan virastokeskuksen työmatka- ja työliikennetutkimus. TIEL 3200156
- 31/1993 Savo-Karjalan tiepiirin murskaustoiminnan kehittäminen.
- 32/1993 Tiemerkintöjen näkyvyys; Paluuheijastavuustutkimus Lapin tiepiirissä. TIEL 3200157
- 33/1993 Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintaminen Joutsenonkankaalla. TIEL 3200158
- 34/1993 Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen, esitutkimus. TIEL 3200159
- 35/1993 Strategic Highway Research Program (SHRP) - Longterm Pavement Performance (LTPP); Koeteillä tehdyt mittaukset vuonna 1992 ja tie- rakenteen vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät. TIEL 3200160
- 36/1993 Palaturpeen käyttö lämpöeristeenä, raportti koerakenteiden rakentamisesta TIEL 3200161
- 37/1993 Talvikunnossapidon laadun logistiset vaikutukset. TIEL 3200162
- 38/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Kirjallisuusselvitys. TIEL 3200163
- 39/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Esiselvitysvaiheen kuormituskokeet. TIEL 3200164
- 40/1993 Teiden tasaisuusmittareiden vertailu; PTM:n, Roadmanin ja Tipstickin laitevertailu sekä epätasaisuuksien vaikutus tierasitukseen. TIEL 3200165
- 41/1993 Stabiloidun materiaalin maksimiraekoon sekä koekappaleen koon ja muodon vaikutus puristuslujuuteen. TIEL 3200166